

УДК 636.5.033

АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УБОЙНЫХ И МЯСНЫХ КАЧЕСТВ ТУШЕК
ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ ПО ВЛИЯНИЮ ДОЗИРОВОК ПРОБИОТИКА
«OLIN» В РАЦИОНЕ КОРМЛЕНИЯ

Мурленков Н.В., e-mail: chr98@yandex.ru

Шуметов В.Г., e-mail: shumetov@list.ru

Орловский государственный аграрный университет (302019, г. Орёл, ул. Генерала Родина, 69)

Реферат. Представлены результаты факторного анализа взаимосвязи показателей убойных и мясных качеств тушек цыплят-бройлеров, конечная цель которого – выявление ведущих информативных показателей. Обосновано, что множество исходных показателей может быть сведено к трем латентным (главным) факторам, суммарно объясняющим более 90% общей дисперсии, при этом первый, наиболее информативный фактор коррелирует с такими исходными показателями полуфабриката, как масса мышц и масса филе, а второй и третий, менее информативные факторы – с массой несъедобных частей и массой костей соответственно. Эти четыре исходных показателя положительно и наиболее сильно связаны с главными факторами и могут являться их заменой. Визуальный анализ корреляционных полей исходных показателей с метками главных факторов показал, что в дальнейшем анализе влияния дозирования пробиотика «Olin» на качества тушек цыплят-бройлеров достаточно ограничиться двумя ведущими информативными показателями – массой мышц и массой филе.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, потребительские качества полуфабриката, спорогенный пробиотик, исходные показатели, факторный анализ, латентные (главные) факторы, корреляционное поле, ведущие информативные показатели.

ANALYSIS CORRELATION OF SLAUGHTER AND MEAT CARCASS QUALITY BROILER
CHICKENS THE EXPERIMENT ON THE EFFECT OF DOSAGES PROBIOTIC «OLIN» IN
THE DIET

Murlenkov N.V., e-mail: chr98@yandex.ru

Shumetov V.G., e-mail: shumetov@list.ru

Orel State Agrarian University (302019, Orel, ul. Gen. Rodina, 69)

Abstract. The results of the factor analysis of the relationship indicators slaughter carcasses and meat quality of broiler chickens, which is the ultimate goal – the identification of the leading informative indicators. It is proved that the set of benchmarks can be reduced to three latent (main) factors, total cultivation of more than 90% of the total variance, the first, most informative factor correlated with such baseline semi-as muscle mass and weight of the fillet, and the second and third less informative factors – with a mass of non-edible parts, and bone mass, respectively. The four initial indicator is positive and most strongly associated with the main factors and may be their replacement. Visual analysis of the correlation fields baseline tagged main factors revealed that further analysis of the impact of dose probiotic «Olin» at the quality of carcasses of broiler chickens is sufficient to consider the two leading informative parameters – weight and muscle mass fillets.

Keywords: broilers, consumer quality semi-finished products, probiotic sporegenous, benchmarks, factor analysis, latent (main) factors, the correlation field, leading informative indicators.

Данная статья является продолжением публикации [3], представленной в настоящем издании, и содержит результаты первого этапа статистических исследований, направленных на выявление роли спорогенного пробиотика «Olin» как фактора, эффективно влияющего на

мясные и убойные качества тушек цыплят-бройлеров. В этой статье сформулированы следующие аналитические задачи:

- 1) по результатам корреляционного и факторного анализа комплекса выходных показателей эксперимента установить латентные факторы и выявить ведущие (информативные) показатели;
- 2) рассчитать средние значения ведущих выходных показателей и оценить статистическую значимость влияния экспериментальных дозировок пробиотика «Olin», по сравнению с контролем, на информативные показатели;
- 3) определить спецификацию эконометрических моделей, описывающих зависимость ведущих выходных показателей убойных и мясных качеств тушек цыплят-бройлеров от дозировки пробиотика «Olin» в комбикормах, оценить их параметры и выполнить оптимизацию дозировки по критериям качества полуфабриката.

Решение первой задачи сводится к реализации следующих этапов:

- (1) проверка массива данных на нормальность распределения исходных показателей: предубойной массы, массы потрошеной тушки, массы съедобных частей, массы несъедобных частей, массы мышц, массы филе и массы костей;
- (2) корреляционный анализ совокупности перечисленных показателей с целью выявления степени их коррелированности;
- (3) факторный анализ с целью анализа структуры совокупности исходных показателей, выявления латентных факторов и их связи с исходными показателями;
- (4) корреляционный анализ множества исходных показателей и латентных факторов, с целью выявления ведущих информативных показателей.

Ниже раскрывается содержание исследований, направленных на решение данной задачи.

Проверка исходных выборок на соблюдение условий применения параметрических методов анализа – корреляционного, регрессионного, факторного и многих других является начальным этапом любых статистических исследований [2, 6]. К этим условиям, прежде всего, относятся однородность и нормальность распределения показателей, включаемых в анализ. В соответствие с этим, на первом этапе статистических исследований нами выполнялась проверка массива эмпирических данных на нормальность распределения исходных показателей графическими и аналитическими средствами пакета статистических программ *SPSS Base* [9].

Наиболее наглядным графическим средством проверки исходных показателей на нормальность распределения являются ящичковые (коробчатые) диаграммы, часто называемые также диаграммами Тьюки [1]. Эти диаграммы, иллюстрирующие распределение всех семи исходных показателей по опытам и повторностям, представлены на

рисунке 1 а и б, причем для удобства просмотра они разбиты на две подгруппы – с большими и меньшими значениями показателей.

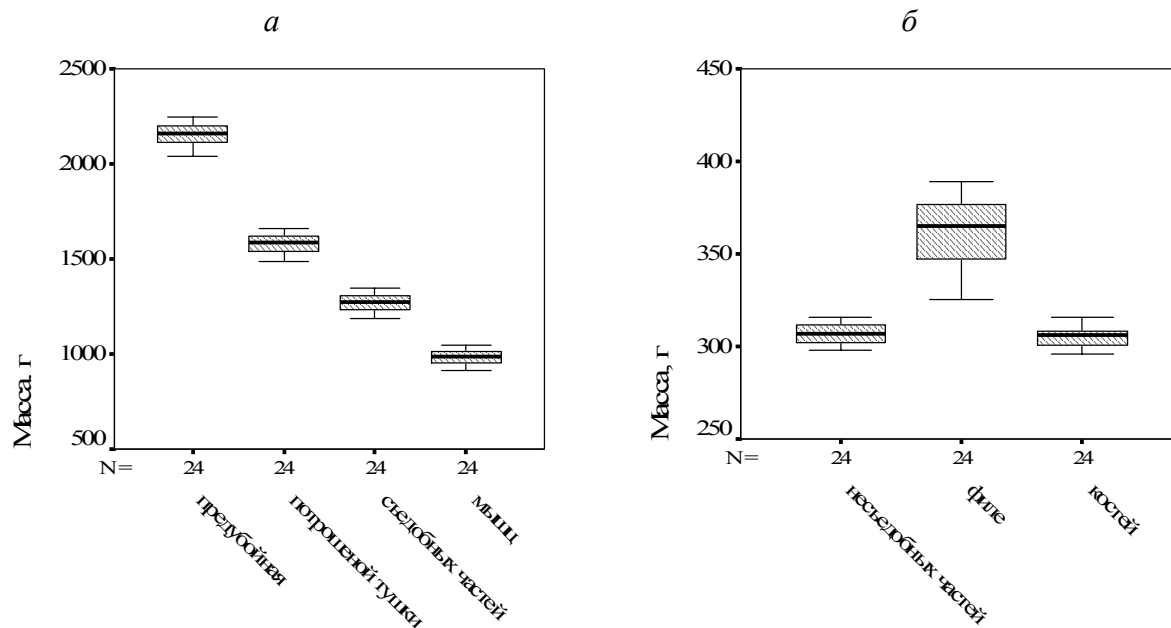


Рисунок 1 – Распределение масс частей полуфабриката цыплят-бройлеров

Из представленных на этом рисунке диаграмм можно с большой уверенностью сделать вывод о выполнении основного условия корреляционного анализа – однородности исследуемой выборки и нормальности распределений показателей: «выбросы» (экстремальные значения) отсутствуют, медианы всех семи показателей расположены практически посередине «ящичков», отражающих центральную тенденцию распределения масс частей полуфабриката, и симметрично относительно всех 24-х измерений. Проверка по критерию Колмогорова-Смирнова [1] подтвердила гипотезу нормальности распределений всех введенных в анализ показателей: двусторонняя статистическая значимость параметра отклонения распределений от нормальности составила от 0,994 для массы мышц до 0,721 для предубойной массы, что значительно превосходит критический уровень 0,05.

На следующем этапе статистических исследований проводили множественный корреляционный анализ с помощью процедуры «*Correlate*» пакета статистических программ *SPSS Base* – таблица 1. Из нее видно, что большая часть выборочных коэффициентов парной корреляции статистически значима на высоком уровне – не хуже 0,0005 (выделены полужирным шрифтом), что, с учетом принципа Бонферрони (ужесточении уровня значимости пропорционально числу рассматриваемых показателей), свидетельствует о наличии сильных связей между большинством показателей мясных и убойных качеств тушек цыплят-бройлеров. Так, с предубойной массой сильно коррелируют такие показатели, как масса потрошенной тушки, масса съедобных частей, масса мышц и масса филе. В

противоположность этому, масса несъедобных частей, с одной стороны, и масса костей, с другой, не коррелируют с каким бы то ни было другим исходным показателем. Это позволяет рассчитывать на результативность логически связанной с корреляционным анализом статистической процедуры – факторного анализа.

Таблица 1 – Корреляционная матрица исходных показателей мясных и убойных качеств тушек цыплят-бройлеров

Масса	Статистика	Масса						
		предубойная	потрошеной тушки	съедобных частей	несъедобных частей	мышц	филе	костей
предубойная	<i>R</i>	1	0,809	0,843	-0,128	0,804	0,804	0,192
	<i>p</i>	,	0,000	0,000	0,550	0,000	0,000	0,369
потрошеной тушки	<i>R</i>	0,809	1	0,771	-0,021	0,801	0,810	0,036
	<i>p</i>	0,000	,	0,000	0,923	0,000	0,000	0,869
съедобных частей	<i>R</i>	0,843	0,771	1	0,188	0,881	0,878	-0,036
	<i>p</i>	0,000	0,000	,	0,380	0,000	0,000	0,869
несъедобных частей	<i>R</i>	-0,128	-0,021	0,188	1	-0,010	0,036	-0,096
	<i>p</i>	0,550	0,923	0,380	,	0,964	0,867	0,657
мышц	<i>R</i>	0,804	0,801	0,881	-0,010	1	0,893	-0,078
	<i>p</i>	0,000	0,000	0,000	0,964	,	0,000	0,718
филе	<i>R</i>	0,804	0,810	0,878	0,036	0,893	1	-0,032
	<i>p</i>	0,000	0,000	0,000	0,867	0,000	,	0,882
костей	<i>R</i>	0,192	0,036	-0,036	-0,096	-0,078	-0,032	1
	<i>p</i>	0,369	0,869	0,869	0,657	0,718	0,882	,

Следующий этап статистического исследования – факторный анализ, предназначенный для выявления структуры совокупности исходных показателей, а также выделения латентных факторов и их связи с исходными показателями – проводили по методу главных компонент процедуры «*Data Reduction*» пакета *SPSS Base*. Данный метод предполагает выполнение определенных математических операций над корреляционной матрицей, в результате которых из совокупности исходных показателей последовательно выделяются так называемые главные компоненты – латентные факторы, общее число которых равно числу анализируемых показателей, но при этом имеется возможность ограничиться меньшим количеством наиболее значимых главных компонент, именуемых главными факторами [5, 7]. Проблема здесь заключается, во-первых, в том, чтобы минимизировать их число, не превысив уровень геометрических искажений, возникающих из-за снижения размерности факторного пространства, и, во-вторых, обеспечить удачную интерпретируемость главных факторов, что достигается путем их вращения по тому или иному алгоритму. Из сказанного следует, что определение факторной структуры – это не только математическая операция, но и, в определенной мере, искусство аналитика, поэтому остановимся на этом этапе более детально.

Для сокращения последующего изложения введем следующие обозначения: X_1 – предубойная масса, г; X_2 – масса порошенной тушки, г; X_3 – масса съедобных частей, г; X_4 – масса несъедобных частей, г; X_5 – масса мышц, г; X_6 – масса филе, г; X_7 – масса костей, г. Первый наглядный результат факторного анализа по методу главных компонент, представленный на рисунке 2 а, – график упорядоченных собственных значений корреляционной матрицы (*Scree diagram* [8]), иначе называемый также график «каменистой осыпи» [5].

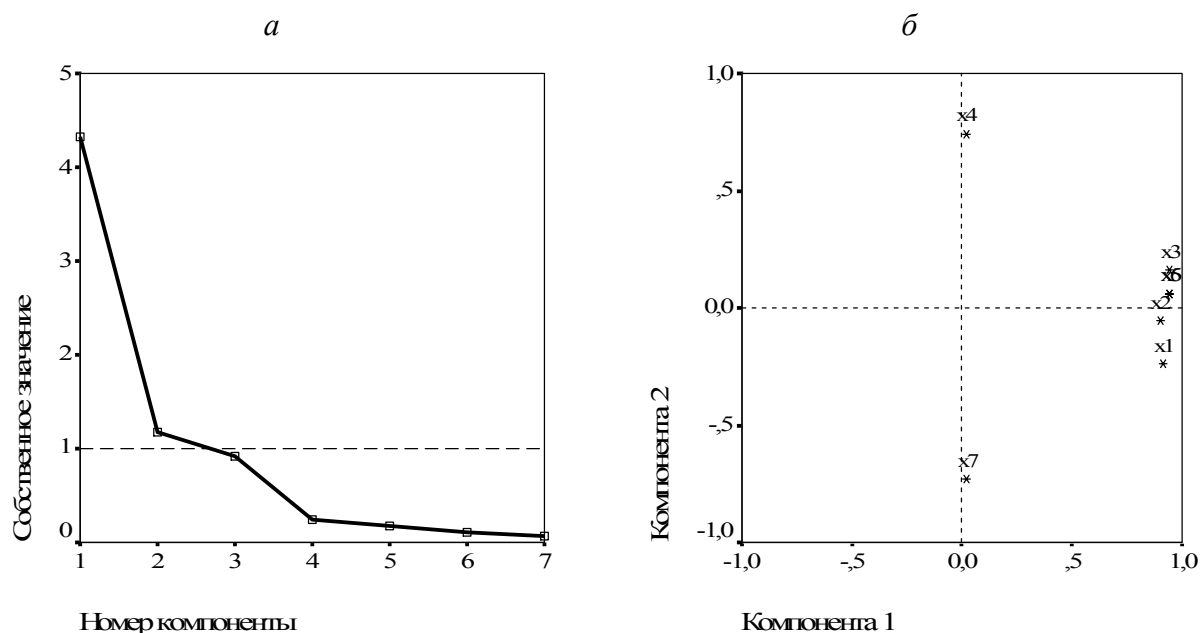


Рисунок 2 – Результаты факторного анализа: а – график «каменистой осыпи»; б – двухфакторная структура множества показателей мясных и убойных качеств тушек цыплят-бройлеров

По правилу Кайзера, согласно которому главными факторами считаются главные компоненты с собственным значением больше единицы, можно было бы ограничиться двухфакторной моделью структуры множества исходных показателей. Эта модель обладает высокой наглядностью – она представлена на рисунке 2 б в виде плоскости с координатами двух первых главных компонент, на которой «звездочками» обозначены исходные показатели, большинство которых находятся на положительном полюсе первой главной компоненты, и лишь два – масса несъедобных частей (X_4) и масса костей (X_7) – расположены соответственно на положительном и отрицательном полюсе второй главной компоненты. Однако при этом геометрические искажения превышают 20%, при рекомендуемом уровне искажений не более 15% [4]. Поэтому в качестве рабочей модели структуры множества исходных показателей принимаем трехфакторную модель, объясняющую около 92% общей дисперсии – таблица 2. Из этой таблицы видно, что хотя трехфакторная структура множества

исходных показателей более точна – уровень геометрических искажений составляет всего 8%, распределение нагрузок на главные факторы нельзя считать оптимальным: третий главный фактор сильно не коррелирует ни с одним показателем (сильные корреляции выделены полужирным шрифтом). Вращение главных факторов по критерию «варимакс» снимает эту проблему.

Таблица 2 – Матрица нагрузок показателей мясных и убойных качеств тушек цыплят-бройлеров на главные факторы

Показатель	Коэффициент корреляции с главной компонентой					
	до вращения			после вращения по критерию «варимакс»		
	1	2	3	1	2	3
Предубойная масса (X_1)	0,916	-0,240	0,035	0,915	-0,135	0,208
Масса потрошеной тушки (X_2)	0,900	-0,055	-0,021	0,900	-0,043	0,038
Масса съедобных частей (X_3)	0,943	0,163	0,096	0,941	0,196	-0,031
Масса несъедобных частей (X_4)	0,019	0,743	0,665	0,007	0,996	-0,047
Масса мышц (X_5)	0,943	0,062	-0,106	0,945	-0,018	-0,104
Масса филе (X_6)	0,945	0,062	-0,031	0,945	0,034	-0,050
Масса костей (X_7)	0,021	-0,730	0,677	0,005	-0,046	0,995
Объясняемая дисперсия, %	61,7	16,9	13,1	61,7	15,1	15,0

Из матрицы нагрузок исходных показателей мясных и убойных качеств тушек цыплят-бройлеров на главные факторы, полученной в результате оптимизации факторной структуры по критерию «варимакс», видно, что первый главный фактор сильнее всего связан с показателями «масса мышц» и «масса филе» (коэффициенты корреляции 0,945), несколько меньше его связь с показателями «масса съедобных частей», «предубойная масса» и «масса потрошеной тушки» (коэффициенты корреляции 0,941; 0,915 и 0,900 соответственно). Он наиболее информативен – объясняет 61,7% суммарной дисперсии.

Два другие латентные факторы менее информативны, объясняют по 15% общей дисперсии, при этом второй главный фактор сильно связан с показателем «масса несъедобных частей» (коэффициент корреляции 0,996), третий – с показателем «масса костей» (коэффициент корреляции 0,995).

Таким образом, по результатам выполненного факторного анализа можно уверенно выделить следующие ведущие информативные показатели: масса мышц; масса филе; масса несъедобных частей; масса костей. Эти четыре показателя сильно связаны с главными факторами и могут являться их заменой в дальнейшем анализе.

Дополнительную информацию дают диаграммы рассеяния, иллюстрирующие корреляционные связи выделенных нами по результатам факторного анализа ведущих информативных показателей с главными факторами – рисунок 3.

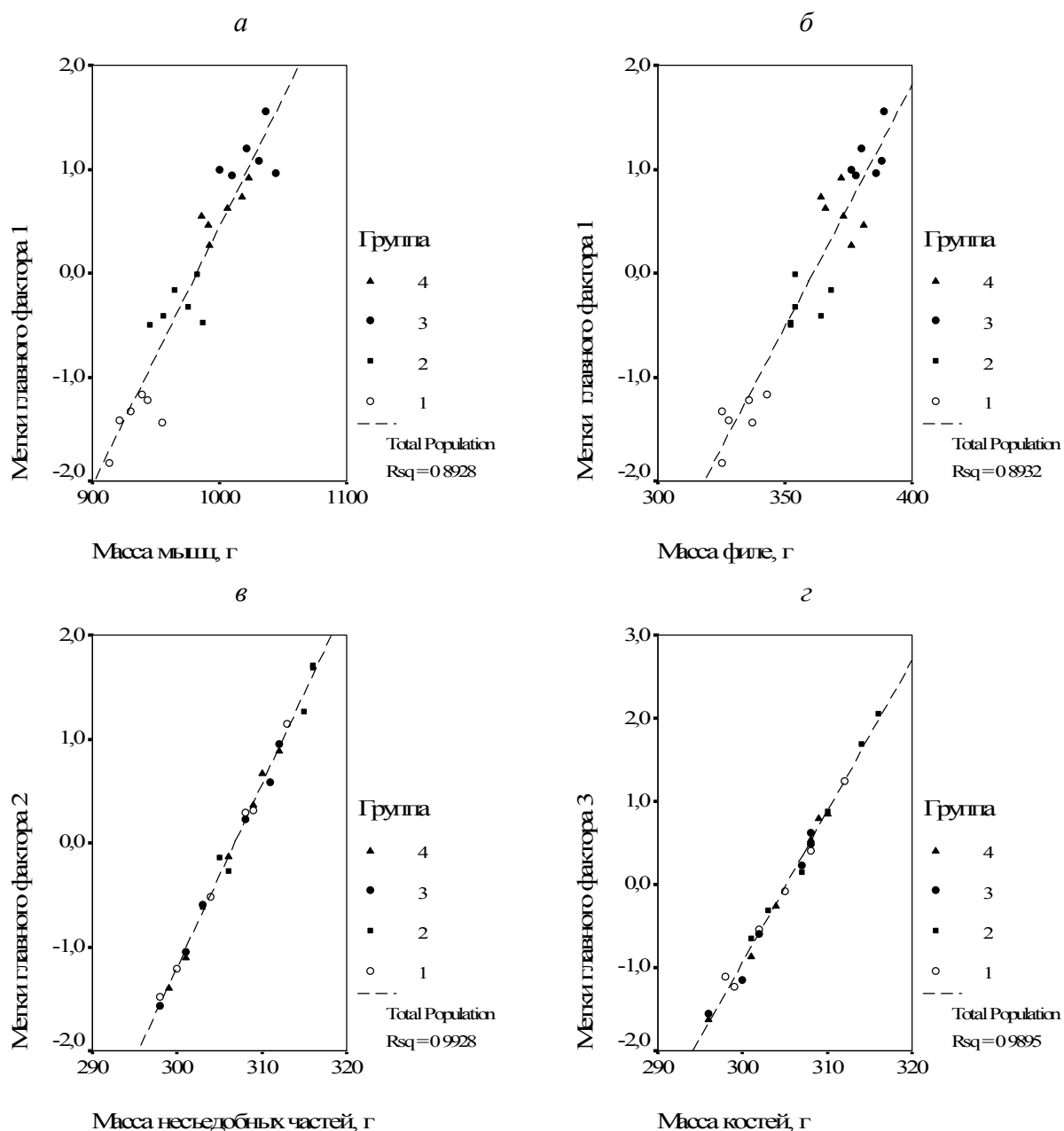


Рисунок 3 – Корреляция информативных показателей мясных и убойных качеств тушек цыплят-бройлеров с главными факторами

Поясним эти диаграммы. Одним из результатов факторного анализа являются метки главных факторов, соответствующие значениям коррелирующих с ними исходных показателей. Так, на диаграмме рисунка 3 а значениям массы мышц опытных тушек цыплят-бройлеров соответствуют метки первого главного фактора, а так как коэффициент корреляции между массой мышц и первым главным факторов высокий – 0,945, «облако» точек на диаграмме рассеяния образует вытянутое вдоль линии регрессии «веретено». Примечательно, что точки, отвечающие различным опытам, разделены: левее и ниже расположены точки группы 1 (контроль), правее и выше – точки группы 3 (цыплята-бройлеры, в рацион кормления которых был добавлен пробиотик в количестве 0,022 г/гол.).

Качественно такая же картина наблюдается и на диаграмме рисунка 3 б. Это весьма наглядно подтверждает тот факт, что добавка в рацион кормления пробиотика влечет за собой улучшение мясных качеств цыплят-бройлеров. В противоположность этому, расположение точек на двух других диаграммах рассеяния эту закономерности не обнаруживают, и на этом основании можно полагать, что ни масса несъедобных частей, ни масса костей не связаны с добавкой пробиотика. Отсюда следует, что в дальнейшем анализе влияния дозировок пробиотика «Olin» на качества тушек цыплят-бройлеров достаточно ограничиться двумя ведущими информативными показателями – массой мышц и массой филе.

Список литературы.

1. Бююль А., Цёфель П. SPSS: Искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей. – СПб.: ООО «ДиаСофтЮП», 2002. – 608 с.
2. Многомерный статистический анализ в экономике: Учеб. пособие для вузов / Л.А. Сошникова, В.Н. Тамашевич, Г. Уебе, М. Шефер. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 598 с.
3. Мурленков Н.В., Морозова Е.С., Шуметов В.Г. Статистический анализ влияния пробиотика «Olin» на потребительские качества цыплят-бройлеров: постановка задачи // Международный студенческий научный вестник. – 2016.
4. Сборник задач по математике для вузов. Ч.3. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. пособие для вузов / Под ред. А.В. Ефимова. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1990. – 428 с.
5. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: Пер. с англ. / Дж.-О. Ким, Ч.У. Мьюллер, У.Р. Клекка и др.; под ред. И.С. Енюкова. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 215 с.
6. Шуметов В.Г., Крюкова О.А. Методология и практика анализа данных в управлении. Методы одномерного и двумерного анализа. – Орел: Изд-во ОФ РАНХиГС, 2012. – 176 с.
7. Шуметов В.Г., Шуметова Л.В. Факторный анализ: подход с применением ЭВМ: Учебное пособие. – Орел: ОрелГТУ, 1999. – 88 с.
8. Эверитт Б.С. Большой словарь по статистике / науч. ред. перевода И.И. Елисеева. – 3-е изд. – М.: Проспект, 2010. – 736 с.
9. SPSS Base 8.0 для Windows. Руководство по применению. – Перевод–Copyright 1998 СПСС Русь. – 397 с.

